



**Bachelorarbeit des Studiengangs
Augenoptik und Hörakustik**

Prof. Dr. Ulrike Paffrath

Julia Schwörer

**Bedarfsanalyse und
Entwicklung einer
UV- durchlässigen
Brillenfassung**



**Bachelorarbeit des Studiengangs
Augenoptik und Hörakustik**

Prof. Dr. Ulrike Paffrath

Prüfer: **Prof. Dr. Ulrike Paffrath**

Zweitprüfer: Herr Reinhard Liebhäußer

Bedarfsanalyse und Entwicklung einer UV- durchlässigen Brillenfassung

Zugelassene Abschlussarbeit des Studiengangs Augenoptik und Hörakustik
zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

vorgelegt von
Julia Schwörer

Tag der Einreichung:

14.08.2014

Fakultät Augenoptik und Hörakustik
Hochschule Aalen

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorthesis selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine andere als die angegebene Literatur benutzt habe. Alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen, wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlehnenden Ausführungen meiner Arbeit, sind besonders gekennzeichnet. Diese Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Bachelorthesis unterstützt und motiviert haben.

Ich bedanke mich zuerst bei meiner Betreuerin, Frau Prof. Dr. Paffrath, für ihre Hilfe. Sie unterstützte mich stets bei meiner Recherche und meinen Fragen.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Reinhard Liebhäußer für die Übernahme der Zweitkorrektur und die damit verbundenen Mühen.

Natürlich möchte ich auch Allen danken, die sich Zeit genommen haben an meiner Umfrage teilzunehmen und mich somit immens unterstützt haben.

Ein besonderer Dank geht an die Firma Evonik Industries, die mir kostenloses Material für die Anfertigung meines Prototyps zur Verfügung gestellt hat.

Ebenso danke ich der Firma Optik Schwörer, insbesondere Herrn Hummel, die mir alle weiteren Geräte und Materialien bereitgestellt hat.

Auch muss ich mich bei meiner Schwester Verena Schwörer-Haß und Simon Haß bedanken, die viel Zeit in die Lektur meiner Arbeit investiert haben.

Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung bei der Anfertigung meiner Bachelorarbeit und während meines gesamten Studiums. Ganz besonders bedanke ich mich bei meinen Eltern, die in jeglicher Hinsicht immer für mich da sind und mich unterstützen.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	II
Danksagung	III
Inhaltsverzeichnis.....	IV
Formelzeichen	VI
Abkürzungen.....	VI
Abstract	1
1 Einleitung	2
1.1 Motivation	2
1.2 Ziele der Arbeit.....	2
1.3 Analyse spezifischer Kunststoffarten	3
2 Material und Methoden	8
2.1 Theoretische Grundlagen	8
2.1.1 Wie funktioniert Bräunung?	8
2.1.2 DIN-Normen	9
2.2 Bedarfsanalyse	12
2.3 Experiment zur Materialanalyse und Herstellung des Prototyps	13
3 Ergebnisse	13
3.1 Ergebnisse der Bedarfsanalyse	13
3.2 Der Prototyp.....	19
3.2.1 Ergebnisse der Materialsuche	19
3.2.2 Herstellung des Prototyps	20
4 Diskussion	24
5 Schlussfolgerung	26
6 Ausblick	26
Literaturverzeichnis.....	27
Abbildungsverzeichnis	29

Tabellenverzeichnis	30
Anhang.....	31
A Fragebogen zur Umfrage: Bedarfsanalyse UV-durchlässige Brillenfassung	31
B Übersicht über die Ergebnisse der Umfrage	35

Formelzeichen

Zeichen	Einheit	Bedeutung
λ	nm	Wellenlänge

Abkürzungen

Zeichen	Bedeutung
UV	Ultraviolett
nm	Nanometer
IR	Infrarot
PD	Pupillendistanz
μg	Mikrogramm
AZG	Abstand zwischen den Brillengläsern
BW	Baden-Württemberg
NRW	Nordrhein-Westfalen

Abstract

Das Ziel dieser Thesis ist es, eine UV-durchlässige Brillenfassung zu entwickeln, welche aus kosmetischen Gründen zur Reduktion des Bräunungsabdrucks getragen wird. Hierfür wurde mithilfe einer Online-Umfrage eine Bedarfsanalyse durchgeführt.

Um eine solche Studie durchführen zu können, werden die notwendigen theoretischen und produktionspraktischen Vorüberlegungen angestellt. Im ersten Teil der Arbeit wird zunächst darauf eingegangen in welchen Branchen UV-durchlässige Materialien zum Einsatz kommen. Wichtige Ergebnisse können aus dem Bereich der Textilindustrie und dem Solarienbau gewonnen werden. Es stellt sich heraus, dass beispielsweise das Material Plexiglas® GS Sunactive der Firma Evonik Industries, für den Bau eines Prototyps geeignet sein kann.

Ein zentrales Ergebnis der durchgeführten Umfrage ist, dass 56 % der Befragten den Bräunungsabdruck ihrer Korrektionsbrille als störend empfinden. Frauen stört dieser signifikant stärker als Männer. Ein deutlich größerer Anteil der Befragten empfindet den Bräunungsabdruck ihrer Sonnenbrille als störend. Eine weitere wichtige Erkenntnis ist, dass weniger Befragte ihre Sonnenbrille zum Bräunen absetzen würden, hinterließe sie keinen Bräunungsabdruck. Dies würde zum Schutz der Augen beitragen. Insgesamt hätten 70 % der Befragten, Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung und wären auch bereit, hier einen höheren Preis zu bezahlen, als für eine handelsübliche Brillenfassung.

Beim Bau des Prototyps müssen einige DIN-Normen beachtet werden. Das verwendete Material darf die Gesundheit und Sicherheit des Trägers nicht beeinflussen. Die Augen müssen vor schädlichen UV-Strahlen geschützt werden, weshalb die Gläser weiterhin mit UV-Schutz ausgestattet sein müssten. Der fertige Prototyp muss ferner eine angemessene mechanische Stabilität und Temperaturbeständigkeit aufweisen.

Der fertige Prototyp zeigt, dass es möglich ist, eine UV-durchlässige Brillenfassung, die eine ausreichend mechanische Stabilität und Temperaturbeständigkeit hat, zu entwickeln und zu produzieren. Wie die Umfrage gezeigt hat, gibt es Interessenten und somit eine potentielle Nachfragesituation für eine derartige Produktneuheit; auf den im Zusammenhang mit dieser Arbeit gefertigten Prototypen wird im Verlauf der Arbeit näher eingegangen.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Rund 40 Millionen Menschen über 16 Jahre in Deutschland sind Brillenträger. Daneben steigt die Anzahl der Kontaktlinsenträger, die ihre Kontaktlinsen nicht regelmäßig tragen, stetig an. 2011 waren dies 1,5 Millionen Menschen über 16 Jahre (IfD Allensbach, 2011). All diese Menschen haben dasselbe Problem. Beim Wechsel zwischen Brille und Kontaktlinsen fällt gerade im Sommer der störende Bräunungsabdruck der Brille auf. Bei Sonneneinstrahlung nimmt unser Gesichtsteint eine dunklere Farbe an. Das Gestell der Brille verhindert aber, dass UV-Strahlung an die darunter liegende Haut kommt und sich so im Gesicht eine gleichmäßige Bräune entwickelt. Somit haben Brillenträger gerade im Bereich der Nasenauflage und der Schläfen einen, regelmäßig als störend empfundenen, hellen Streifen im Gesicht. Doch diese Problematik kennen nicht nur Brillenträger. Auch bei Menschen, die im Sommer regelmäßig Sonnenbrillen tragen, bilden sich diese Streifen. Dieses Problem wurde nicht zuletzt durch die wechselnde Brillenmode in den letzten Jahren weiter intensiviert. Die Bügel wurden breiter und der Trend geht klar zur dicken Kunststofffassung mit breitem Nasensteg. Diese Problemsituation könnte man mit einer für UV-Licht durchlässigen Brillenfassung beheben. Es soll geklärt werden, ob die betroffene Gruppe Interesse an einer solchen Brille hat und ob es überhaupt möglich ist, ein solches Brillengestell mit den entsprechenden Materialspezifikationen herzustellen.

1.2 Ziele der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, auf der Grundlage einer Online-Befragung eine verlässliche Bedarfsanalyse zu erstellen. Die Frage ist, ob der Brillen tragende Bevölkerungsanteil die Notwendigkeit der Entwicklung einer UV-durchlässigen Brillenfassung sieht. Hierbei stellt sich folgende zentrale Frage: Wie stark sind Brillenträger vom Bräunungsabdruck ihrer Brille in ihren subjektiven Empfinden gestört? Hierfür wird ein Fragebogen entwickelt und dessen Ergebnisse statistisch ausgewertet. Des Weiteren muss geklärt werden, ob es aus Gründen des Augenschutzes und der schon existierenden DIN-Normen überhaupt

zulässig ist, eine UV-durchlässige Brillenfassung herzustellen. Um geeignete Materialien für einen Prototyp zu finden, muss erst geklärt werden, wie der Prozess der Hautbräunung grundlegend funktioniert. Welche Arten von UV-Strahlung verursachen Bräunung und sollten deshalb vom Material der Brillenfassung nicht absorbiert werden. Es wird ebenso zu prüfen sein, welche Materialien für die Herstellung in Frage kommen. Mit dem am besten geeigneten Material soll ein Prototyp angefertigt werden.

1.3 Analyse spezifischer Kunststoffarten

In welchen Anwendungsbereichen nutzt man heute schon UV-durchlässige Materialien? Für Gärtner beispielsweise, ist es wichtig, dass das Material des Gewächshauses UV-Strahlung für die Pflanzen durchlässt, da diese dann optimal wachsen. Auch Außengehege von Reptilien werden heutzutage mit UV-durchlässigem Material konstruiert, da Reptilien auf das Einwirken von UV-Licht angewiesen sind. Bei modernen technischen Entwicklungen, wie dem Solarium oder Photovoltaikanlagen, ist UV-durchlässiges Material entscheidend. (Ahrens 2011; Evonik Industries 2012) Auch in der Textilindustrie gibt es die Idee, UV-durchlässige Bekleidung zu vertreiben. Sogenannte „Tan Through“ Bekleidung wird seit 1993 in Deutschland vermarktet. Diese speziell entwickelten Textilien, welche ihre UV-Durchlässigkeit durch die Weitmaschigkeit des Gewebes und einer High-Tech-Faser erlangen, besitzen einen Lichtschutzfaktor von ca. 6-8. Dies ermöglicht ein sicheres Bräunen. (Anonym 1997)

Optische Strahlung wird in verschiedene Spektralbereiche aufgeteilt: UV-Licht, sichtbares Licht und IR-Strahlung. UV-Licht wird unterteilt in UV-A, UV-B und UV-C Strahlung. Die zugehörigen Wellenlängenbereiche sind in der DIN 5031-7 festgelegt.

UV-A: 315 nm - 380 nm

UV-B: 280 nm – 315 nm

UV-C: 100 nm – 280 nm (DIN 5031-7 1984)

Diese Einteilung wird in folgender Arbeit berücksichtigt.

Die Recherche nach passenden Materialien hat ergeben, dass es drei mögliche Materialien gibt, um eine UV-durchlässige Brillenfassung herzustellen. Neben der UV-Durchlässigkeit sollten sie auch möglichst stabil sein.

Grilamid TR ist ein transparenter Polyamid Werkstoff der EMS-Grivory GmbH, welcher eine relativ gute UV-Durchlässigkeit besitzt. Grilamid wurde in den 70er Jahren entwickelt und seither stetig verbessert. Wichtige Eigenschaften für den Brillenfassungsbau von Grilamid sind die chemische Beständigkeit, Formstabilität, Festigkeit, Leichtigkeit durch geringe Dichte, sehr hohe Biegefestigkeit und die einfache Verarbeitung. Die wichtigste Eigenschaft für eine UV-durchlässige Brille ist die sehr hohe Transparenz von Grilamid. Durch die sehr geringe Dichte ist Grilamid einer der leichtesten Thermoplaste, was für Brillenträger sehr angenehm ist. (EMS Grivory, Datenblatt Grilamid TR, 2014) Durch die beschriebenen positiven Eigenschaften von Grilamid wird es heute schon im Bereich der Herstellung von Brillenfassungen eingesetzt. Vor allem für Sportbrillen ist es sehr gut geeignet. Die Lichttransmission von transparentem Grilamid liegt im Bereich des sichtbaren Lichts bei ca. 90 % für eine 2mm dicke Platte. Im UV-A Bereich liegt die Transmission nur noch bei ca. 75 %. Im UV-B Bereich nur noch bei ca. 25 %. In Abb. 1 erkennt man die Transmissionskurve für eine 2mm Dicke Grilamidplatte. Der Werkstoff der zur Brillenherstellung verwendet wird, nennt sich Grilamid TR 90 natur.

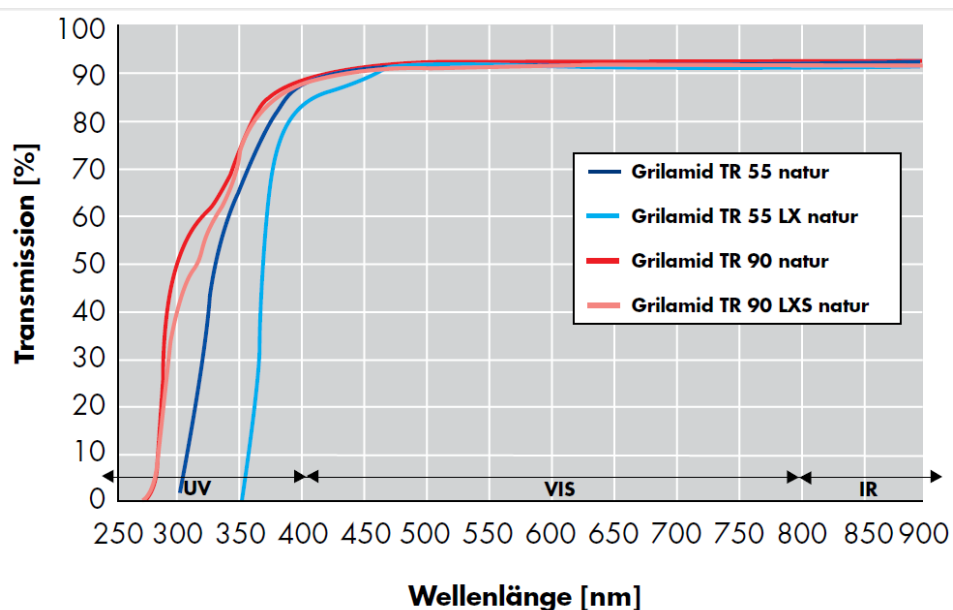


Abb. 1: Transmissionskurve Grilamid [EMS Grivory Datenblatt]

Ein weiteres potentielles Material ist Polymethylmethakrylat (PMMA), besser bekannt als Acrylglas oder Plexiglas. Dieses Material wurde in den 80er Jahren bereits für Brillenfassungen verwendet. Die Firma NEOSTYLE aus Leonberg stellte in den 80er Jahren transparente Plexiglas-Fassungen her, welche aufwändige Blumengravierungen hatten. Plexiglas wird auch für den Gewächshausbau verwendet, da die Pflanzen für ihr Wachstum UV-Licht benötigen. Außerdem ist ein Gewächshaus aus Plexiglas viel sicherer, als ein Gewächshaus aus Glas.



Abb. 2: Plexiglasfassung der Firma NEOSTYLE

Das frühere, einfache Plexiglas ist ein transparenter Thermoplast, der durch Polymerisation gewonnen wird. Wichtige vorteilhafte Eigenschaften von Plexiglas für den Brillenfassungsbau sind die ausgeprägte Elastizität und Biegsamkeit, leichte Formbarkeit, großer Stoß- und Schlagwiderstand, geringes Gewicht und gute Verarbeitungseigenschaften. Jedoch hat dieses Material einen hohen Ausdehnungskoeffizient und nur geringe Härte. Für eine UV-durchlässige Brille wäre es allerdings aufgrund seiner hohen Transparenz gut geeignet. Die Lichttransmission im sichtbaren Lichtbereich liegt bei ca. 90 %. Die Lichttransmission im UV-A Bereich liegt bei ca. 88 % und im UV-B Bereich bei ca. 60 %.

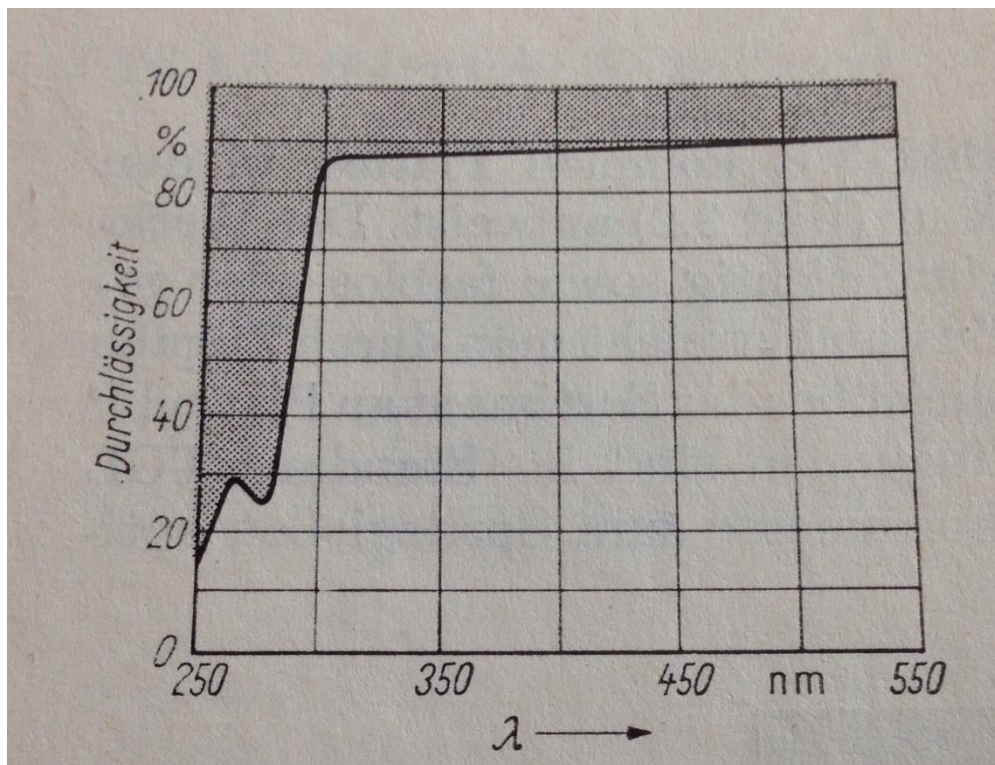


Abb. 3: Transmissionskurve farbloser PMMA [Pforte,1976]

Dieses einfache Plexiglas wurde über die Jahre weiterentwickelt; heute gibt es spezielle Plexigläser mit z.B. erhöhter UV-Durchlässigkeit für Solarien. Die Materialien, die für den Solarienbau entwickelt wurden, müssen äußerst stabil, höchst hitzebeständig, UV-durchlässig aber auch UV-resistent sein. Außerdem sollten sie hygienisch und angenehm auf der Haut sein. Das Material Plexiglas® GS Sunactive der Firma Evonik Industries eignet sich besonders gut für die Herstellung einer UV-durchlässigen Brillenfassung. Es ist ein gegossenes Acrylglas mit hervorragenden Eigenschaften für eine Brillenfassung. Durch die gegossene Herstellung ist es besonders bruchfest, besitzt eine sehr hohe mechanische Festigkeit und ist sehr leicht zu verarbeiten. Auch die gute Beständigkeit gegen Säuren und Alkalien ist für die Brillenfassung wichtig, da sie schweißbeständig sein muss. Plexiglas® GS Sunactive ist sehr gut warmformbar und erlaubt deshalb die Brille individuell anzupassen. Durch die speziellen Anforderungen im Solarienbau ist dieses Material äußerst UV-durchlässig aber auch UV-beständig. Der Transmissionsgrad liegt im UV-A Bereich bei ca. 90 % und im UV-B Bereich bei ca. 70 %, bei einer Plattendicke von 8 mm.

In folgender Abbildung wird der komplette Transmissionsverlauf von verschiedenen Dicken des Plexiglas® GS Sunactive Materials dargestellt.

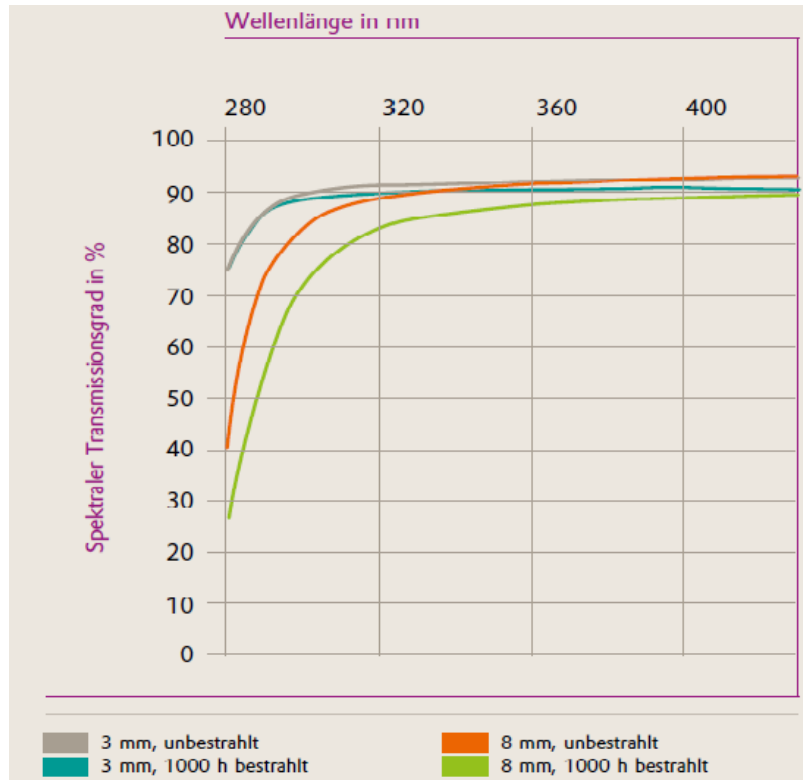


Abb. 4: Transmissionskurve Plexiglas® GS Sunactive [Evonik Industries, 2011]

2 Material und Methoden

2.1 Theoretische Grundlagen

In folgenden Kapiteln werden die theoretischen Grundlagen für die Materialauswahl des Prototyps aufgezeigt, um eben die gewünschte Bräunung zuzulassen. Ebenso werden die Anforderungen ausgewertet, die sich aus den DIN-Normen für Brillenfassungen und deren Materialien ergeben.

2.1.1 Wie funktioniert Bräunung?

Bräunung ist eine photochemische Reaktion, die durch UV-Licht ausgelöst wird. UV-Licht dringt unterschiedlich tief in die Haut ein und hat deshalb unterschiedliche Wirkungen auf die menschliche Haut. Langwellige UV-A Strahlen dringen tief bis in die Unterhaut ein, während kurzwelligere UV-B Strahlen nur in die äußeren Hautschichten eindringen (siehe Abb. 5). UV-C Strahlung wird nahezu vollständig vom Ozon in der Stratosphäre absorbiert und ist somit für die natürliche Bräunung vernachlässigbar. (Ratermann 2007)

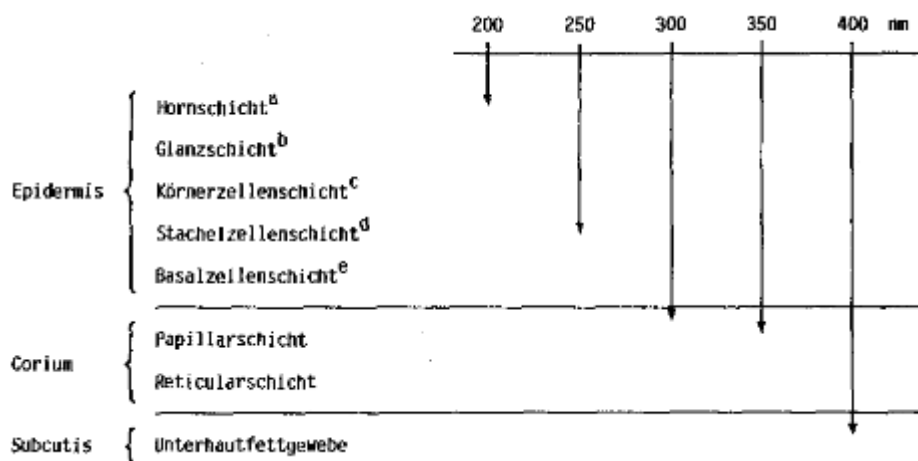


Abb. 5: Schematische Eindringtiefe der UV-Strahlung in die Haut [Matissek, R. 1984]

Es gibt zwei Arten von Bräunungsmechanismen. Die Sofortpigmentierung, auch direkte Pigmentierung genannt, und die Spätpigmentierung, auch indirekte Pigmentierung genannt. (Hausser 1938; Schulze et al. 1938)

Die direkte Pigmentierung wird durch langwellige UV-A Strahlen verursacht. Hierbei werden bereits vorhandene Melaninvorstufen oxidiert. Dadurch entsteht eine grau-braune Färbung der Haut. Diese hält jedoch nicht lange an und verschwindet beim Ausbleiben von UV-A Strahlung schnell wieder (Matissek 1984). Die direkte Pigmentierung ist nicht so intensiv wie die indirekte Pigmentierung. Um einen gewissen Bräunungsgrad nur mit UV-A Strahlung zu erlangen, muss man deshalb deutlich länger diesem Strahlungstyp ausgesetzt bleiben als dies bei UV-B Strahlung der Fall ist. (Merkel 1938)

Die indirekte Pigmentierung wird durch UV-B Strahlen verursacht. Sie ist meist gekoppelt mit einem leichten Sonnenbrand (Erythem), welcher sich nach ca. 72 Stunden in eine Bräunung umwandelt. Diese Bräune hält einige Wochen auch ohne weitere Bestrahlung. Sie wird durch eine Pigmentneubildung (Melanogenese) verursacht. Pigmente werden durch die Aminosäure Tyrosin, welche mit dem UV-Licht reagiert, gebildet. Es entstehen Eumelanin, welches eine dunkle Farbe besitzt und Pheomelanin, welches eher rötlich ist. (Ratermann 2007; Matissek 1984)

2.1.2 DIN-Normen

Bei einer Neuentwicklung einer Brillenfassung bzw. Sonnenbrillenfassung sind einige DIN-Normen zu beachten.






Auch eine Sonnenbrille ohne dioptrische Wirkung muss gewisse mechanische und optische Eigenschaften besitzen. Die Sonnenschutzfilter benötigen je nach Filterkategorie einen bestimmten Transmissionsgrad. Hier muss der Transmissionsgrad für UV-Strahlung angegeben werden, aber auch der des sichtbaren Spektralbereichs. (DIN EN 1836 2007; DIN EN ISO 12312-1 2014)

Die Sonnenschutzfilter müssen die UV-Strahlung absorbieren, da UV-Strahlung schädigend für unsere Augen ist. Ohne Sonnenbrille schützen sich unsere Augen vor der UV-Strahlung, indem die Pupille sehr klein wird und somit weniger Strahlung ins Auge gelangen kann. Setzen wir einen getönten Sonnenschutzfilter auf, bleibt unsere Pupille in ihrer normalen Größe und die Strahlung kann deshalb ungehindert in das Auge eindringen. Deshalb ist es äußerst wichtig, dass Sonnenschutzfilter UV-Licht absorbieren. (Hünig, 2012)

Der Lichttransmissionsgrad des Filters muss homogen konstant sein (10 % Toleranz), außer innerhalb einer 5mm breiten Randzone. Für Verlauffilter gilt diese Anforderung nur in einem Schnitt. Außerdem gibt es bestimmte Anforderungen an verkehrstaugliche Filter und phototrope Filter. (DIN EN 1836 2007; DIN EN ISO 12312-1 2014)

Die Filterkategorie nach DIN EN ISO 12312 werden in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Beschreibung der Filterkategorien und dafür zugewiesene Symbole [DIN EN ISO 12312-1:2014]

Filter-kategorie	Beschreibung	Verwendung	Symbol
0	Leicht getönte Sonnenbrillen	Sehr eingeschränkte Dämpfung der Sonnenstrahlung	 IEC 60417-5955
1		Eingeschränkter Schutz vor Sonnenstrahlung	 ISO 7000-2948
2	Sonnenbrillen für allgemeine Verwendung	Guter Schutz vor Sonnenstrahlung	 ISO 7000-2949
3		Hoher Schutz vor Sonnenstrahlung	 ISO 7000-2950
4	Sehr dunkle Sonnenbrillen für spezielle Verwendungen, sehr hohe Dämpfung der Sonnenstrahlung	Sehr hoher Schutz vor extremer Sonnenstrahlung, wie sie z. B. am Meer, bei Schneefeldern, im Hochgebirge oder in Wüsten auftritt	 ISO 7000-2951

Sonnenschutzfilter müssen außerdem strahlungsbeständig sein. Hierfür wird der Lichttransmissionsgrad vor und nach einer Bestrahlung nach ISO 12311:2013 gemessen und muss dann, je nach Filterkategorie, gewisse Grenzwerte einhalten. (DIN EN 1836 2007; DIN EN ISO 12312-1 2014)

Sonnenbrillen dürfen keine scharfen Kanten und Vorsprünge haben. Sie dürfen die Gesundheit und Sicherheit des Trägers nicht beeinträchtigen und nicht aus Materialien gefertigt werden, die Allergien oder Krebs auslösen können. Toxische Materialien müssen unter den Grenzwert gesenkt werden. (DIN EN ISO 12312-1 2014)

Zum Schutz für das Auge müssen Sonnenbrillenfilter eine gewisse Größe haben, damit das Auge gut abgedeckt wird. Sie müssen zwei ovale Bereiche mit einem waagrechten Durchmesser von mindestens 40 mm und einem senkrechten Durchmesser von mindestens 28 mm abdecken. Die Norm PD beträgt 64 mm, andere PD Werte müssen angegeben werden. Für Kindersonnenbrillen gelten kleinere Durchmesser und kleinere PDs. (DIN EN ISO 12312-1 2014)

Sonnenbrillen der Kategorie 4 (sehr dunkle Sonnenbrillen für spezielle Verwendungen) benötigen auch einen seitlichen Schutz. (DIN EN ISO 12312-1 2014) Für diese Kategorie wäre es nicht sinnvoll eine UV-durchlässige Brillenfassung zu verwenden.

Alle Brillenfassungen, unabhängig ob für Sonnenbrillen oder Korrektionsbrillen, müssen grundlegende Anforderungen erfüllen. Die Ausführung der Brillenfassung muss so gestaltet werden, dass alle Teile, die mit dem Träger der Brille in Berührung kommen, glatt und ohne scharfe Kanten sind. Alle Kanten der Brillenfassung müssen abgerundet werden. Die allgemeine physiologische Verträglichkeit muss gegeben sein, d.h. die Brillenfassung darf die Gesundheit und Sicherheit des Trägers, wie z.B. durch toxische Stoffe, nicht beeinträchtigen. In einigen Ländern bestehen spezifische Anforderungen an die Materialeigenschaften. In Deutschland ist die Prüfung auf Nickellässigkeit optional. Teile, die in direktem Kontakt zum Träger kommen, dürfen eine Nickellässigkeit von maximal 0,5 µg/cm²/Woche nicht überschreiten. Auch die klinische Bewertung von Materialien, die noch nie beim Brillenfassungsbau verwendet wurden, ist in Deutschland optional. (DIN EN ISO 12870 2012)

Die Nennmaße der Brillenfassung müssen nach ISO 8624 angegeben werden. Die Maßtoleranzen sind für die Nennmaße einer unverglasten Brillenfassung exakt geregelt.

- a) Scheibenlänge: $\pm 0,5$ mm
- b) AZG: $\pm 0,5$ mm
- c) Gesamtbügelänge: $\pm 2,0$ mm

Die Toleranzen der Schraubgewinde müssen ISO 11381 entsprechen. Bei erhöhter Temperatur darf sich der Abstand zwischen den Bügelenden nur minimal verändern. Die Fassung muss auf ihre Schweißbeständigkeit geprüft werden. Auch die mechanische Stabilität muss getestet werden. Hier wird, unter anderem, die Stegverformung, der Sitz des Brillenglases und die Haltbarkeit der Brillenfassung geprüft. Ebenso darf die Brillenfassung nicht sehr leicht entflammbar sein. Die Beständigkeit gegen optische Strahlung ist in Deutschland optional. Für all diese Anforderungen gibt es spezielle Prüfverfahren, welche in der DIN EN ISO 12870 und der DIN EN ISO 12311 beschrieben sind. (DIN EN ISO 12870 2012)

2.2 Bedarfsanalyse

Die Online- Umfrage besteht aus 13 Fragen. Sie wird durch Social Media im Internet verbreitet und ist für vier Wochen freigeschaltet. Am Ende sind es 69 Teilnehmer im Alter zwischen 18 und 60 Jahren, 30 davon weiblich und 39 männlich. Berücksichtigt man die signifikant älteren und jüngeren Teilnehmer bei der Altersverteilung, liegt der Mittelwert bei 25 Jahren.

Zusätzlich zu den soziodemographischen Daten und den Fragen zur Erwerbstätigkeit zielt die Umfrage darauf ab herauszufinden, inwieweit der Bräunungsabdruck der Brille bzw. Sonnenbrille als störend empfunden wird, ob es Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung gibt und wieviel die Befragten bereit sind dafür zu bezahlen.

2.3 Experiment zur Materialanalyse und Herstellung des Prototyps

Um die Herstellerangaben zur UV-Durchlässigkeit zu überprüfen, werden die Materialien geprüft. Der Humphrey Lens Analyzer 360 der Firma Zeiss misst die UV-Durchlässigkeit. Hierfür wird das Material mit einer Lampe durchleuchtet und die Transmission gemessen. Der Humphrey Lens Analyzer 360 misst in einer Bandbreite von 290–700 nm mit einer Auflösung von 5 nm. (Humphrey 1993) Es muss darauf geachtet werden, dass das Material die komplette Öffnung der Lampe bedeckt, sonst wird das Ergebnis verfälscht. Gemessen werden alle drei zur Auswahl stehenden Materialien: Grilamid, Plexiglas und Plexiglas® GS Sunactive.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Bedarfsanalyse

Der komplette Fragebogen, sowie eine tabellarische Übersicht über die Ergebnisse der Umfrage, befinden sich im Anhang.

Das folgende Diagramm zeigt die Altersverteilung der Umfrage.

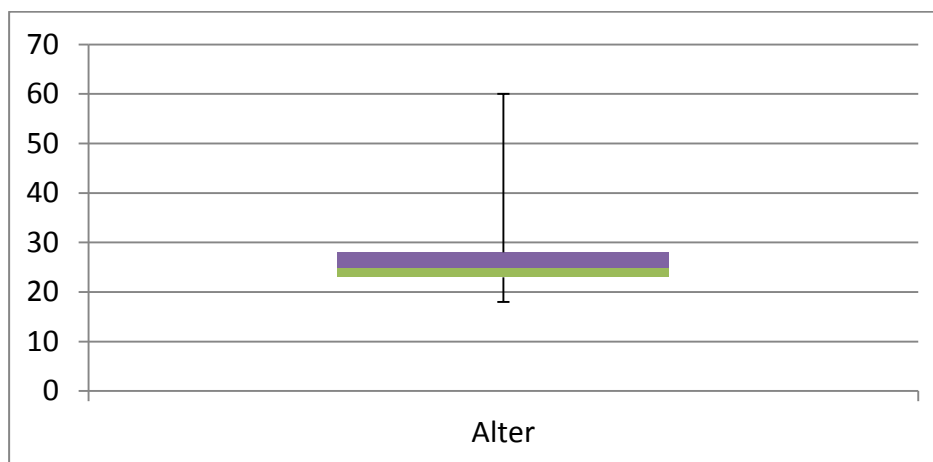


Abb. 6: Boxplot Diagramm zur Altersverteilung, Ergebnis Umfrage

Exakt 50 Personen der Umfrageteilnehmer (72 %) sind Brillenträger und 19 Personen (28 %) tragen keine Brille (siehe Abb. 7).

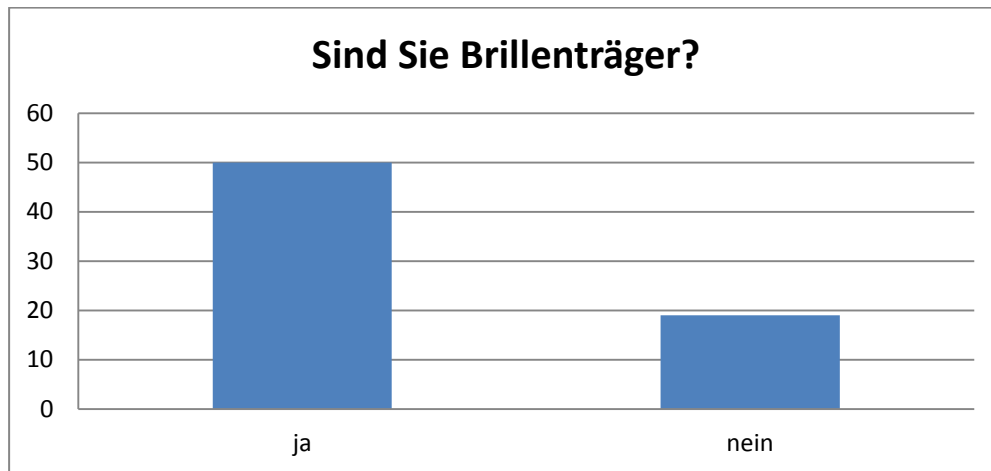


Abb. 7: Diagramm "Sind Sie Brillenträger", Ergebnis Umfrage

Von 50 Brillenträgern empfinden 56 % den Bräunungsabdruck ihrer Brille als störend. Davon sind 86 % weiblich und nur 14 % männlich (siehe Abb. 8).

In folgendem Diagramm wird dargestellt inwiefern der Bräunungsabdruck der Brille als störend empfunden wird, hierbei werden Frauen und Männer im direkten Vergleich dargestellt.

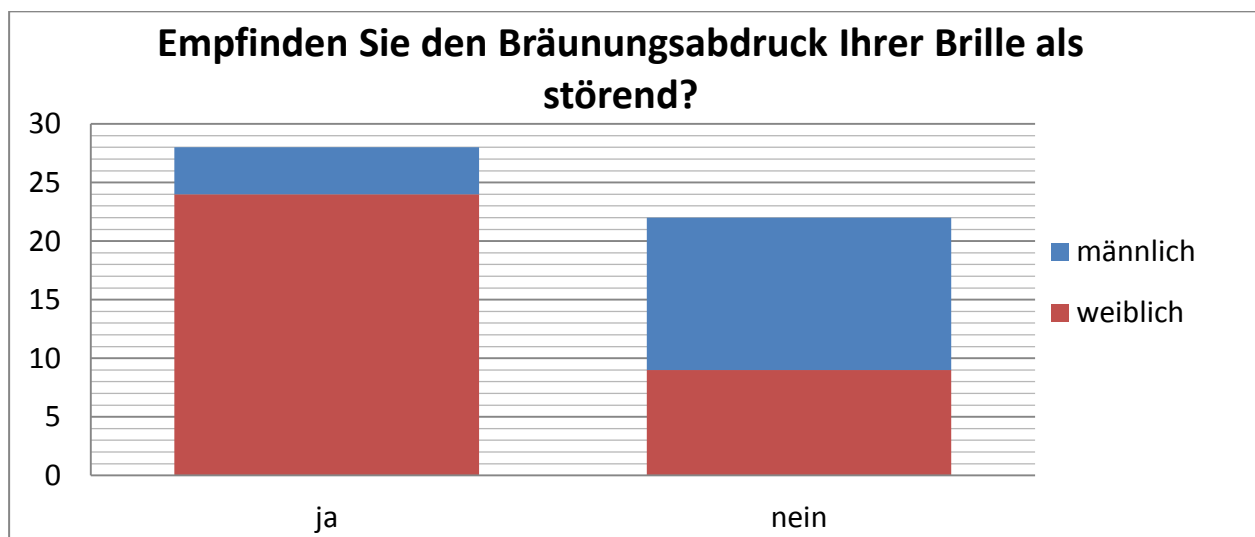


Abb. 8: Diagramm "Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Brille als störend", Ergebnis Umfrage

Eine deutliche Mehrheit der befragten Personen, insgesamt 71 % findet den Bräunungsabdruck ihrer Sonnenbrille als störend. Hierbei sind es wieder etwas mehr Frauen als Männer, die den Bräunungsabdruck als störend empfinden. Das bedeutet, dass die Zielgruppe einer UV-durchlässigen Brillenfassung eher weibliche Personen anstatt männliche Brillenträger sind. Das Verhältnis zwischen Frauen und Männern bezüglich dieser zentralen Fragestellung zeigt die folgende Abbildung.

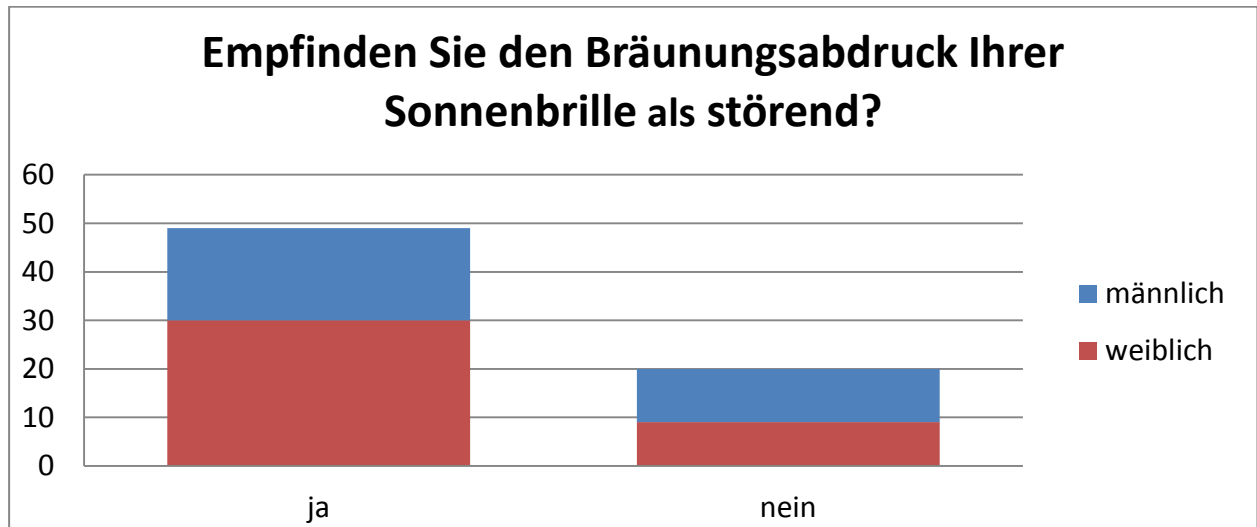


Abb. 9: Diagramm "Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Sonnenbrille als störend?", Ergebnis Umfrage

Die meisten Umfrageteilnehmer empfinden den Bräunungsabdruck nach dem Sonnenbad oder allgemein als störend. Weniger störend wird er nach Sportaktivitäten empfunden (siehe Abb. 10). Das bedeutet, dass der Prototyp keine spezielle Sportbrille sein muss. Das Interesse liegt vielmehr bei einer normalen, modischen Brille.

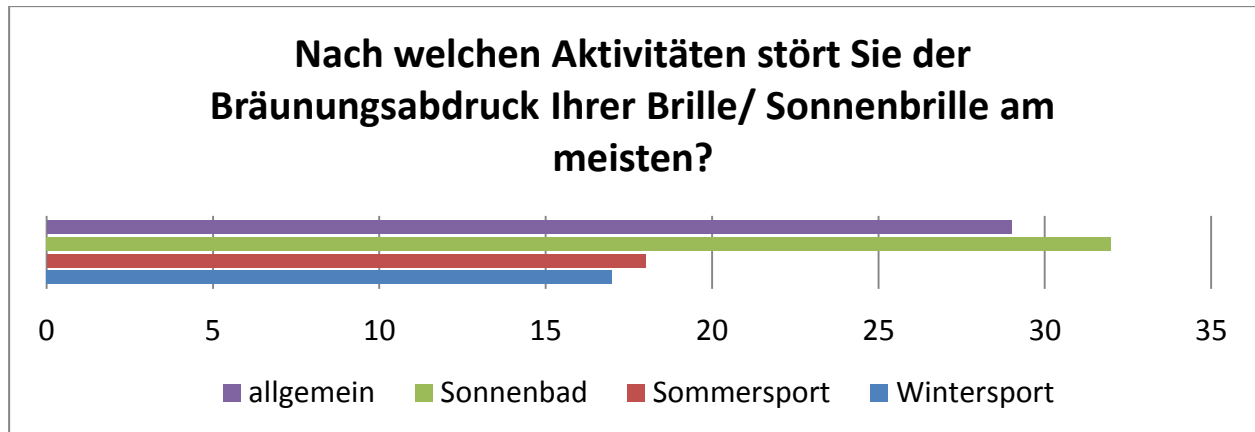


Abb. 10: Diagramm "Nach welchen Aktivitäten stört Sie der Bräunungsabdruck am meisten?", Ergebnis Umfrage

Etwa die Hälfte der Umfrageteilnehmer setzt die Sonnenbrille beim Sonnenbaden ab. Deutlich weniger würden dies tun, wenn die Sonnenbrille keinen Bräunungsabdruck hinterlassen würde (siehe Abb. 11 und Abb. 12). Dies ist ein weiterer wichtiger Aspekt für die Bedarfsprognose hinsichtlich UV-durchlässiger Brillenfassungen. Wenn die Träger ihre Brille nicht mehr absetzten, wären ihre Augen weiterhin durch die Brillengläser vor der schädlichen UV-Strahlung geschützt.

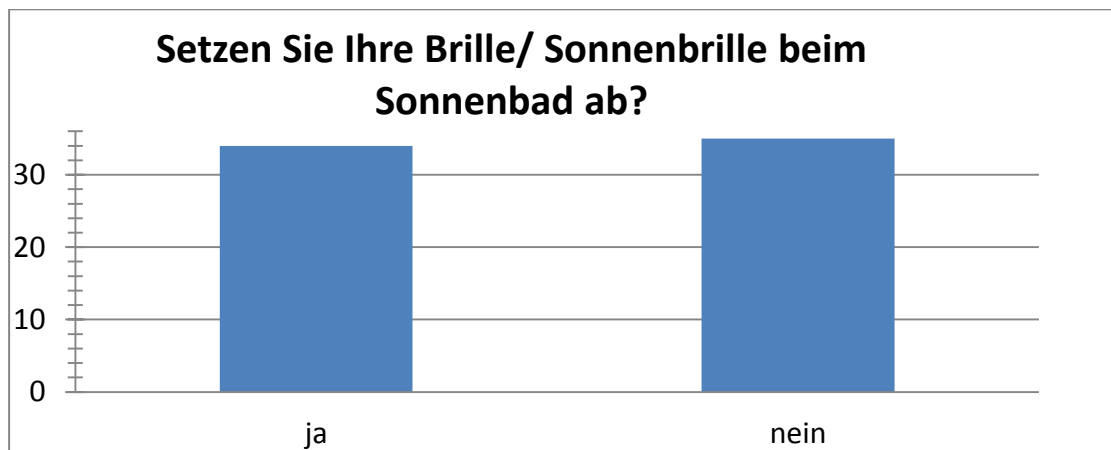


Abb. 11: Diagramm "Setzen Sie Ihre Brille/ Sonnenbrille beim Sonnenbaden ab?", Ergebnis Umfrage

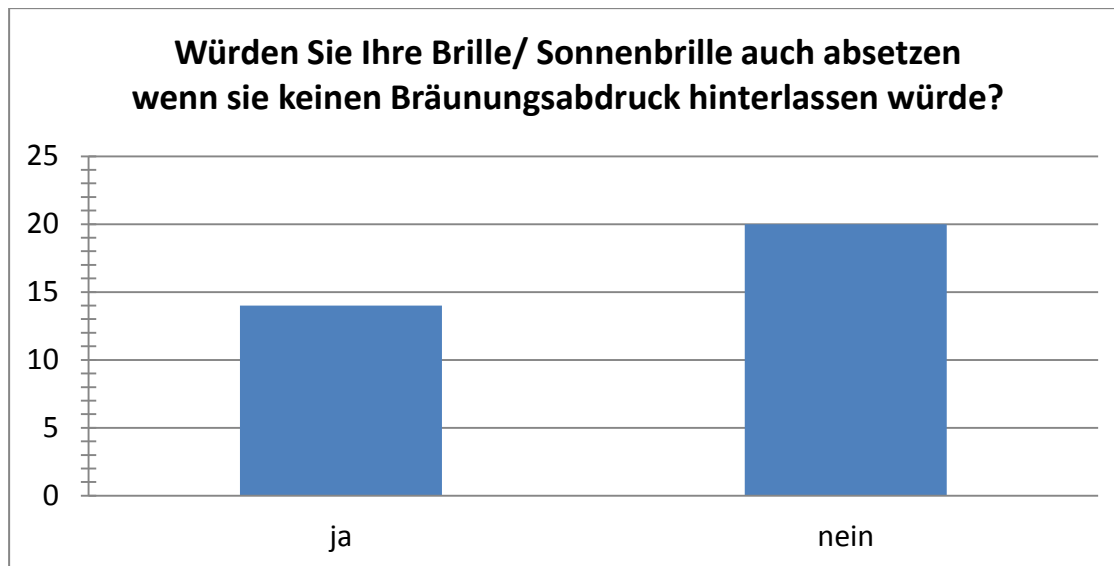


Abb. 12: Diagramm "Würden Sie Ihre Brille/ Sonnenbrille auch absetzen wenn sie keinen Bräunungsabdruck hinterlassen würde?", Ergebnis Umfrage

Mehr als zwei Drittel (70 % der Befragten) hätten Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung. Davon sind 62 % weiblich und nur 38 % männlich (siehe Abb. 13). Dies verdeutlicht noch einmal, dass die Zielgruppe der UV-durchlässigen Brillenfassung eher Frauen als Männer sind.

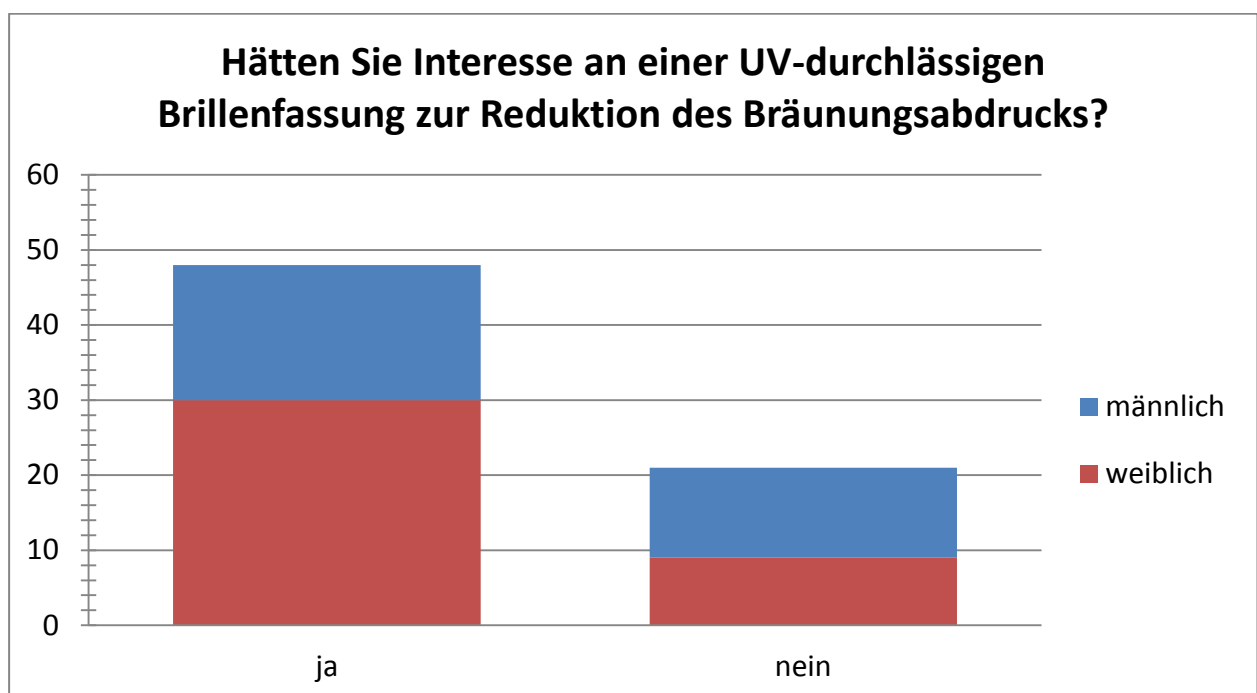


Abb. 13: Diagramm "Hätten Sie Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung zur Reduktion des Bräunungsabdrucks?", Ergebnis Umfrage

Fast zwei Drittel (58 %) der Interessierten würden für eine solche spezielle UV-durchlässige Brillenfassung 50-75 € mehr bezahlen, als für eine handelsübliche Brillenfassung. Hier differieren die Ergebnisse zwischen Männern und Frauen nicht, wie die folgende Abbildung zeigt.

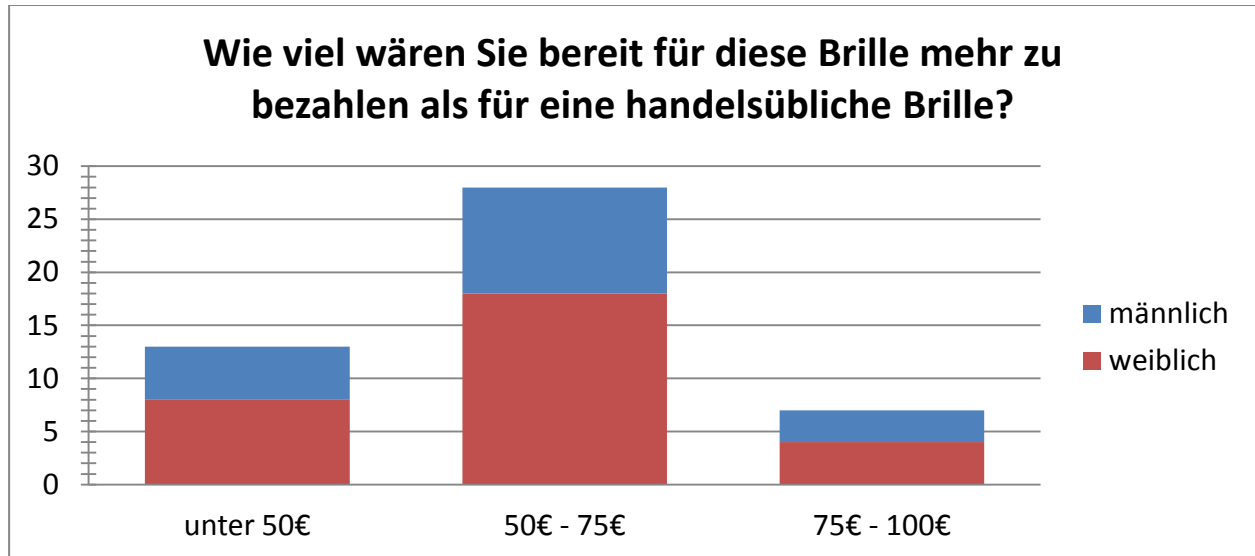


Abb. 14: Diagramm "Wie viel wären Sie bereit für diese Brille mehr zu bezahlen als für eine Handelsübliche?", Ergebnis Umfrage

3.2 Der Prototyp

3.2.1 Ergebnisse der Materialsuche

Durch die angegebenen Transmissionskurven der Hersteller wird deutlich, dass das spezielle Plexiglas® GS Sunactive die besten Werte im Bereich der UV-A und UV-B Durchlässigkeit erzielt. Dies bestätigt sich durch die Messungen mit dem Humphrey Lens Analyzer 360, wie im Abschnitt 2.2 beschrieben.

Die Abbildung zeigt die Transmissionskurve für Grilamid:

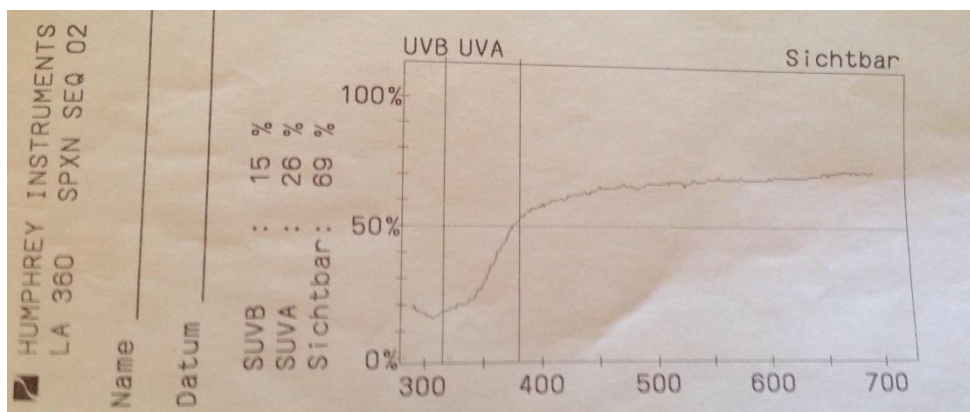


Abb. 15: Transmissionskurve Grilamid, gemessen mit Humphrey LA 360

Plexiglas erzielt eine wesentlich bessere UV Durchlässigkeit als Grilamid, wie die nächste Abbildung verdeutlicht.

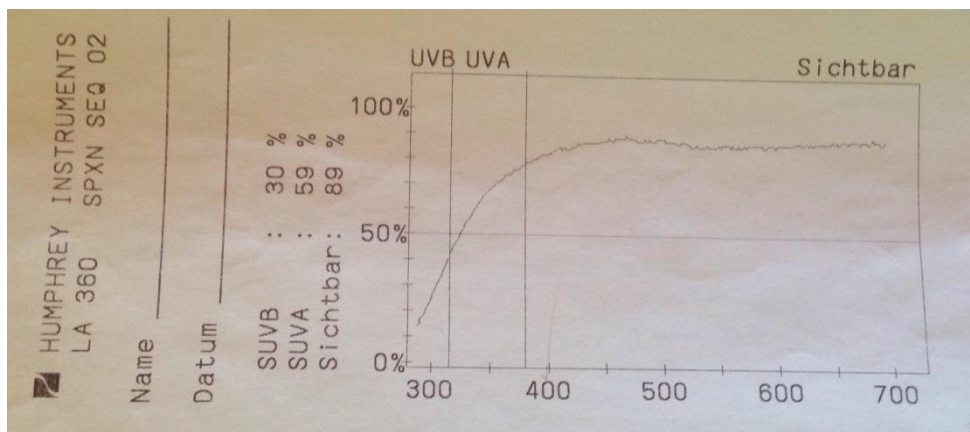


Abb. 16: Transmissionskurve Plexiglas, gemessen mit Humphrey LA 360

Die beste Transmission im UV-Bereich besitzt das spezielle Plexiglas® GS Sunactive der Firma Evonik Industries. Die folgende Abbildung zeigt dies.

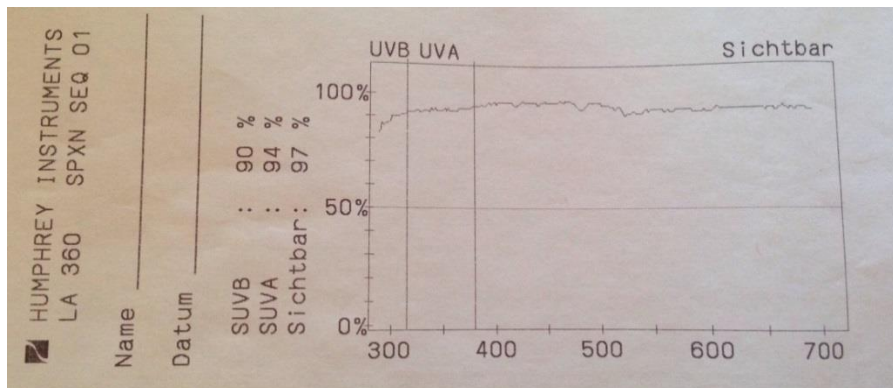


Abb. 17: Transmissionskurve Plexiglas® GS Sunactive, gemessen mit Humphrey LA 360

Da sich Plexiglas® GS Sunactive auch durch seine anderen positiven Eigenschaften, die unter 1.3.1 detailliert beschrieben sind, für den Brillenfassungsbau eignet, wird der Prototyp aus diesem Material hergestellt.

3.2.2 Herstellung des Prototyps

Der Prototyp wird nach traditionellem Herstellungsverfahren gefertigt. Die gewünschte Form wird mit einem wasserfesten Stift, möglichst symmetrisch auf das Material aufgezeichnet. Die Form sollte genügend Platz für ein Scharnier zum Nieten bieten, da das Scharnier in das Plexiglas® GS Sunactive Material nicht eingeschwenkt werden kann, wie es normalerweise bei Acetatfassungen üblich ist.

Anschließend wird die Form mit einer Laubsäge mit rundem Sägeblatt ausgesägt.



Abb. 18: Halb ausgesähter Prototyp

Die gesägten Teile werden anschließend mit einer Halbrundfeile mit Hieb 0 und einer Vogelzungenfeile mit Hieb 2 nach Maß gefeilt. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Material fest eingespannt ist und keine Vibrationen entstehen. Ansonsten kann das Material an dünnen Stellen leicht brechen. Auch die Kanten werden mit einer Flachfeile mit Hieb 1 abgerundet, bis alle Fassungsteile keine scharfen Kanten mehr besitzen.

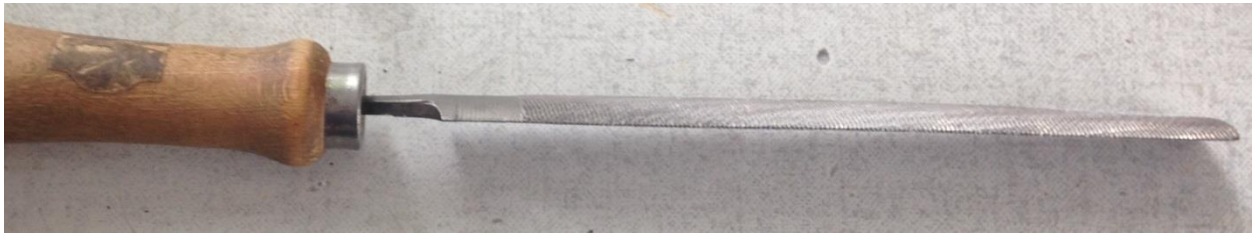


Abb. 19: Halbrundfeile Hieb 0

Der nächste Schritt ist das Glätten mit Schleifpapier. Zuerst wird mit einer Körnung von 220 und anschließend mit einer feineren Körnung von 320 geglättet. Dieser Arbeitsschritt wird mit viel Wasser durchgeführt.

Danach werden alle Fassungsteile mithilfe einer Poliermaschine unter Einsatz einer weichen Polierscheibe und Polierpaste, poliert. Die Rundungen werden mit einem Filzkegel poliert. Hier ist darauf zu achten, dass das Material nicht zu heiß wird.

Die Nut wird mittig mit einem Fräser in das Mittelteil der Fassung gefräst.

Da keine Schwemmscharniere verwendet werden können, wird der Prototyp mit Nietscharnieren versehen. Hierfür werden an Mittelteil und Bügeln jeweils zwei Bohrlöcher für die Scharniere gebohrt. Dann werden die Scharniere fest genietet.



Abb. 20: genietetes Scharnier des Prototyps

Zuletzt werden nochmals alle Teile poliert und dann mit einem WECO E.5 Schleifautomaten verglast.



Abb. 21: fertiger Prototyp



Abb. 22: fertiger Prototyp Vorderansicht



Abb. 23: fertiger Prototyp Seitenansicht



Abb. 24: fertiger Prototyp Seitenansicht

4 Diskussion

Nach eingehender Betrachtung der Ergebnisse der Bedarfsanalyse lässt sich konstatieren, dass ein Großteil der Befragten den Bräunungsabdruck ihrer Brille bzw. Sonnenbrille als störend empfinden und somit Interesse an einer UV-durchlässigen Brille hat. Diese Aussage kann jedoch im Hinblick auf die Altersstruktur der Umfrage nicht allgemeingültig gemacht werden. Die Altersverteilung der Befragten liegt hauptsächlich im Bereich zwischen 20 und 30 Jahren. Es lässt sich also keine Aussage über das Interesse an einer UV-durchlässigen Brille für ältere oder jüngere Zielgruppen im Speziellen treffen. Zudem hat der Hauptteil der Befragten einen hohen Bildungsstand. 80 % der Befragten haben einen höheren Bildungsabschluss wie Abitur, Fachhochschulreife, einen Universitäts- oder Hochschulabschluss und/oder die Meisterprüfung. Deshalb lässt sich nicht sagen, wie das Interesse einer solchen Brille bei Kunden mit niedrigerem Bildungsstand gelagert ist. Meine These, dass sich diese Zielgruppe auch für eine UV-durchlässige Brillenfassung interessiert, muss als neue Fragestellung in einer weiteren Bedarfsanalyse untersucht werden. Auch wäre es nicht zulässig, die hier vorliegenden Ergebnisse der Bedarfsanalyse als für ganz Deutschland repräsentativ anzusehen, da 78 % der Befragten aus Baden-Württemberg und 12 % aus Bayern stammen. Somit sind fast alle Teilnehmer (90 %) aus Süddeutschland.

Das Ergebnis der Bedarfsanalyse zeigt, dass die meisten Befragten den Bräunungsabdruck ihrer Sonnenbrille als störender empfinden, als den ihrer normalen Korrekturbrille. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass man eine UV-durchlässige Sonnenbrille entwickeln müsste. Diese wäre aber nur bei mäßiger Sonneneinstrahlung sinnvoll zu tragen, da ansonsten zu viel Streulicht in das Auge kommen würde und die UV-Strahlung das Auge dann schädigen könnte. Ebenso würde das Streulicht zu einer unangenehmen Blendung führen. Eine UV-durchlässige Sonnenbrillenfassung sollte also nicht auf Schneeflächen oder auf dem Wasser getragen werden.

Ein weiterer kritisch zu betrachtender Punkt der UV-durchlässigen Brillenfassung ist, dass sie nur in einem transparenten Material realisierbar ist. Die Bedarfsanalyse klärt ferner nicht, ob die Befragten auch an einer transparenten

UV-durchlässigen Brillenfassung Interesse hätten oder eher eine modischere farbige Fassung vorziehen würden. Es gäbe die Möglichkeit, die transparente Fassung mit UV-durchlässigem Stoff zu beziehen. Jedoch würde dies, die von den Befragten als akzeptabel angegeben Mehrkosten von 50-75 € deutlich übersteigen.

Aus gesundheitlichen und Norm-rechtlichen Gründen müssen die Gläser der Brille bzw. Sonnenbrille weiter mit UV-Schutz gefertigt werden. Das bedeutet, dass auch eine UV-durchlässige Brillenfassung einen Bräunungsabdruck im Bereich der Augen hinterlässt. Nur der Bräunungsabdruck auf Nasenrücken und Schläfen lässt sich vermeiden bzw. minimieren.

Die Herstellung des Prototyps gestaltete sich schwieriger als erwartet. Das verwendete Material Plexiglas® GS Sunactive wurde ohne Schutzfolie geliefert und ist extrem kratzempfindlich. Bei der manuellen Fertigung erhält es deshalb leicht Kratzspuren, welche permanent poliert werden müssen, da ansonsten die Transmission beeinträchtigt wird und es auch kosmetisch nicht schön aussieht Kratzer auf der Brillenfassung zu haben. So bleibt ebenso festzustellen, dass die Materialeigenschaften für den Gebrauch als Brille kratzfester sein müssen. Alle anderen Eigenschaften des verwendeten Kunststoffs eignen sich jedoch sehr gut für eine Brillenfassung. Das Material lässt sich gut verglasen und sehr leicht biegen.

5 Schlussfolgerung

Es ist gelungen einen UV-durchlässigen Prototyp zu erstellen. Um diesen jedoch in Produktion zu bringen, müsste man noch mehr Materialforschung betreiben. Die Bedarfsanalyse sollte in größerem Umfang durchgeführt werden und der Prototyp müsste nach den DIN-Normen geprüft werden.

6 Ausblick

Die im Rahmen dieser Bachelorarbeit durchgeführte Bedarfsanalyse gibt erste Erkenntnisse darüber, ob Kunden der Optikerbranche ein Kaufinteresse an einer speziellen UV-durchlässigen Brillenfassung haben. Die erste Herstellung eines Prototyps zeigt, dass es prinzipiell möglich ist, eine UV-durchlässige Brillenfassung zu entwickeln und zu produzieren.

Die gewonnenen Ergebnisse bieten Möglichkeiten für weitere Entwicklungen und Untersuchungen.

Das Konzept könnte durch die bereits diskutierten Verbesserungen, wie z.B. eine weitere, größere Bedarfsanalyse oder die Herstellung des Prototyps mit Stoffüberzug oder einer kratzfesten Beschichtung, optimiert werden. Außerdem müsste geprüft werden, inwieweit eine industrielle Produktion einer Brillenfassung aus Plexiglas® GS Sunactive möglich wäre.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die UV-durchlässige Brillenfassung für bestimmte Zielgruppen ein potentielles Alternativprodukt oder Zusatzprodukt wäre. Sie birgt das Potential in den Brillenmarkt eingeführt zu werden.

Literaturverzeichnis

Ahrens, R. (2011), Klimaschutz mit Acrylglas, VDI Nachrichten, VDI Verlag

Anonym (1997), SunSelect: Exklusiv-Partner in Deutschland sind Riedl und Lincron, Nahtlose Bräune ohne Sonnenbrand, TextilWirtschaft, Verlagsgruppe Deutscher Fachverlag

Anonym (1997), UV-Schutz- und UV-durchlässige Textilien: Sind die deutschen Verbraucher bereit für das Innovations-Thema? - Geschäft mit der Sonne, TextilWirtschaft, Verlagsgruppe Deutscher Fachverlag

DIN 5031-7 (1984), Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik, Benennung der Wellenlängenbereiche, Beuth Verlag

DIN EN ISO 12312-1 (2014), Augen- und Gesichtsschutz - Sonnenbrillen und ähnlicher Augenschutz - Teil 1: Sonnenbrillen für den allgemeinen Gebrauch, Beuth Verlag

DIN EN 1836 (2007), Persönlicher Augenschutz – Sonnenbrillen und Sonnenschutzfilter für den allgemeinen Gebrauch und Filter für die direkte Beobachtung der Sonne, Beuth Verlag

DIN EN ISO 12870 (2012), Augenoptik – Brillenfassungen – Anforderungen und Prüfverfahren, Beuth Verlag

EMS Grivory (2013), Grilamid TR Transparentes Polyamid für höchste Anforderungen, Online im Internet unter http://www.emsgrivory.com/fileadmin/ems-grivory/documents/brochures/Grilamid-TR_4007_de.pdf (Zugriff am 22.07.2014)

Evonic Industries (2012), Plexiglas für Gewächshäuser, Online im Internet unter <http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/Marktsegmente/533-1-Gewaechshaeuser-de.pdf> (Zugriff am 22.07.2014)

Evonic Industries (2013), Plexiglas GS / XT, Online im Internet unter <http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/PLEXIGLAS/211-1-PLEXIGLAS-GS-XT-de.pdf> (Zugriff am 22.07.2014)

Evonic Industries (2012), Das Brandverhalten von Plexiglas, Online im Internet unter <http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/Technische-Daten/Das-Brandverhalten-von-PLEXIGLAS.pdf> (Zugriff am 22.07.2014)

Evonic Industries (2011), Plexiglas GS, UV-durchlässig Farblos 2458, Farblos 2458 SC, Farblos 2890, Online im Internet unter <http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/Massivplatten/222-6-PLEXIGLAS-GS-UV-durchl%C3%A4ssig-de.pdf> (Zugriff am 22.07.2014)

Evonic Industries (2010), Tipps zu Verarbeitung von Massivplatten aus Plexiglas, Online im Internet unter <http://www.plexiglas.de/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/PLEXIGLAS-Sheet/Verarbeitungsrichtlinien/311-5-tipps-zur-verarbeitung-von-plexiglas-de.pdf> (Zugriff am 22.07.2014)

Hausser, I. (1938), Sonnenbrand und Sonnenbräunung, Naturwissenschaften, Springer

Hünig, S. (2012), Meine Sonnenbrille: Beste Sicht durch dreifachen Schutz, Online im Internet unter http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/fileadmin/08020000/user_upload/makula/MeineSonnenbrille.pdf (Zugriff am 22.07.2014)

Humphrey (1993), Humphrey Lens Analyzer User's Guide PN 28340B1093

IfD Allensbach (2011), Allensbacher Markt- und Werbeträgeranalyse 2011, im Internet <http://www.sehen.de/newsroom/allensbach-brillenstudie/> (Zugriff am 12.07.2014)

Matissek, R. (1984), Hautbräunung und Lichtschutz -Grundlagen, Wirkstoffe und analytische Aspekte, Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, Springer

Merkel, E. (1938), Über Hautbräunung im Sonnenlicht, Naturwissenschaften, Springer

Pforte, H., (1976): Feinoptiker Teil I. VEB Verlag Technik Berlin

Ratermann (2007), Sommer – Sonne – Sonnenbrand? Untersuchungen rund um das Thema Hautbräunung, Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, Aulis-Verlag

Schulze, R. Henschke, M.(1938), Über Pigmentbildung durch langwellige ultraviolette Strahlen, Naturwissenschaften, Springer

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Transmissionskurve Grilamid [EMS Grivory Datenblatt]	4
Abb. 2: Plexiglasfassung der Firma NEOSTYLE	5
Abb. 3: Transmissionskurve farbloses PMMA [Pforte,1976]	6
Abb. 4: Transmissionskurve Plexiglas® GS Sunactive [Evonik Industries, 2011]	7
Abb. 5: Schematische Eindringtiefe der UV-Strahlung in die Haut [Matissek, R. 1984] .	8
Abb. 6: Boxplot Diagramm zur Altersverteilung, Ergebnis Umfrage	13
Abb. 7: Diagramm "Sind Sie Brillenträger", Ergebnis Umfrage	14
Abb. 8: Diagramm "Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Brille als störend", Ergebnis Umfrage	14
Abb. 9: Diagramm "Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Sonnenbrille als störend?", Ergebnis Umfrage	15
Abb. 10: Diagramm "Nach welchen Aktivitäten stört Sie der Bräunungsabdruck am meisten?", Ergebnis Umfrage	16
Abb. 11: Diagramm "Setzen Sie Ihre Brille/ Sonnenbrille beim Sonnenbaden ab?", Ergebnis Umfrage	16
Abb. 12: Diagramm "Würden Sie Ihre Brille/ Sonnenbrille auch absetzen wenn sie keinen Bräunungsabdruck hinterlassen würde?", Ergebnis Umfrage	17
Abb. 13: Diagramm "Hätten Sie Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung zur Reduktion des Bräunungsabdrucks?", Ergebnis Umfrage	17
Abb. 14: Diagramm "Wie viel wären Sie bereit für diese Brille mehr zu bezahlen als für eine Handelsübliche?", Ergebnis Umfrage	18
Abb. 15: Transmissionskurve Grilamid, gemessen mit Humphrey LA 360	19
Abb. 16: Transmissionskurve Plexiglas, gemessen mit Humphrey LA 360	19
Abb. 17: Transmissionskurve Plexiglas® GS Sunactive, gemessen mit Humphrey LA 360.....	20
Abb. 18: Halb ausgesägter Prototyp	20
Abb. 19: Halbrundfeile Hieb 0	21
Abb. 20: genietetes Scharnier des Prototyps	22
Abb. 21: fertiger Prototyp	22
Abb. 22: fertiger Prototyp Vorderansicht.....	22
Abb. 23: fertiger Prototyp Seitenansicht	23
Abb. 24: fertiger Prototyp Seitenansicht	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Filterkategorien und dafür zugewiesene Symbole [DIN EN ISO 12312-1:2014]	10
--	----

Anhang

A Fragebogen zur Umfrage: Bedarfsanalyse UV-durchlässige Brillenfassung

Der Fragebogen mit welchem die Umfrage durchgeführt wurde befindet sich auf den folgenden Seiten.

Bedarfsanalyse für eine UV-durchlässige Brillenfassung

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

mein Name ist Julia Schwörer. Im Rahmen meiner Bachelor Thesis an der Hochschule Aalen führe ich eine Bedarfsanalyse zum Thema "UV-durchlässige Brillenfassung" durch.

Herkömmliche Brillen und Sonnenbrillen hinterlassen im Bereich der Nase und der Schläfen einen störenden, weißen Streifen im Gesicht.

Dieser Bräunungsabdruck könnte mit einer speziell entwickelten UV-durchlässigen Brille vermieden werden.

Ziel der Untersuchung ist es, das Interesse der Bevölkerung an einer UV-durchlässigen Brille zu erfassen.

Ich würde mich freuen, wenn Sie sich 5-10 Minuten Zeit nehmen würden, um den nachstehenden Fragebogen zu beantworten.

Selbstverständlich werden Ihre Daten anonymisiert erhoben.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Geschlecht:

- ☐ Weiblich
- ☐ Männlich

Alter:

Welchen Beruf üben Sie derzeit aus oder haben Sie ausgeübt?

- ☐ Arbeiter/in
- ☐ Angestellter/e
- ☐ Beamter/e
- ☐ Selbständig/ Freiberuflich
- ☐ Hausfrau/Hausmann
- ☐ Frühpensionist/in
- ☐ Pensionist/in
- ☐ Schüler/in, Student/in
- ☐ Sonstiges:

Ihre höchste abgeschlossene Schul- oder Berufsausbildung?

- ☐ Hauptschulabschluss
- ☐ Mittlere Reife
- ☐ Fachhochschulreife
- ☐ Abitur
- ☐ Lehrabschluss
- ☐ Meisterprüfung
- ☐ Hochschule
- ☐ Universität
- ☐ Kein Abschluss
- ☐ Sonstiges:

Wo leben Sie zurzeit?

- ☐ Baden-Württemberg
- ☐ Bayern
- ☐ Berlin
- ☐ Brandenburg
- ☐ Bremen
- ☐ Hamburg
- ☐ Hessen
- ☐ Mecklenburg-Vorpommern
- ☐ Niedersachsen
- ☐ Nordrhein-Westfalen
- ☐ Rheinland-Pfalz
- ☐ Saarland
- ☐ Sachsen
- ☐ Sachsen-Anhalt
- ☐ Schleswig-Holstein
- ☐ Thüringen
- ☐ Außerhalb Deutschlands

Sind Sie Brillenträger?

- ☐ ja
- ☐ nein

Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Brille als störend?

- ☐ ja
- ☐ nein

Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Sonnenbrille als störend?

- ☐ ja
- ☐ nein

Nach welchen Aktivitäten stört Sie der Bräunungsabdruck Ihrer Brille/ Sonnenbrille am meisten?

- ☐ Wintersport
- ☐ Sommersport
- ☐ Sonnenbad
- ☐ allgemein

Setzen Sie Ihre Brille/ Sonnenbrille beim Sonnenbad ab?

- ☐ ja
- ☐ nein

Würden Sie Ihre Brille auch absetzen wenn sie keinen Bräunungsabdruck hinterlassen würde?

- ☐ ja
- ☐ nein

Hätten Sie Interesse an einer UV-durchlässigen Brillenfassung zur Reduktion des Bräunungsabdrucks?

- ☐ ja
- ☐ nein

Wie viel wären Sie bereit für diese Brille mehr zu bezahlen als für eine handelsübliche Brille?

- ☐ unter 50€
- ☐ 50€ - 75€
- ☐ 75€ - 100€
- ☐ über 100€

B Übersicht über die Ergebnisse der Umfrage

Die Ergebnisse der Umfrage Bedarfsanalyse für eine UV- durchlässige Brillenfassung werden auf folgenden Seiten gesammelt dargestellt.

1. Geschlecht:	2. Alter:	3. Welchen Beruf üben Sie derzeit aus oder haben Sie ausgeübt?	4. Ihre höchste abgeschlossene Schul- oder Berufsausbildung?	5. Wo leben Sie zurzeit?	6. Sind Sie Brillen-träger?	7. Empfinden Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Brille als störend?	8. Empfehlen Sie den Bräunungsabdruck Ihrer Sonnenbrille als störend?	9. Nach welchen Aktivitäten stört Sie der Bräunungsabdruck Ihrer Sonnenbrille am meisten?	10. Setzen Sie Ihre Sonnenbrille beim Sonnenbaden ab?	11. Würden Sie Ihre Brille auch absetzen wenn sie keinen Bräunungsabdruck hinterlassen würde?	12. Hätten Sie Interesse an einer UV-Brillenfassung zur Reduktion des Bräunungsabdrucks?	13. Wie viel wären Sie bereit für diese Brille mehr zu bezahlen als für eine handelsübliche Brille?
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	75€ - 100€
Weiblich	27	Angestellter/e	Universität	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Männlich	28	Beamter/e	Universität	BW	ja	ja	ja	1	nein	ja	ja	75€ - 100€
Weiblich	26	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW	ja	ja	ja	1	ja	ja	ja	50€ - 75€
Männlich	21	Schüler/in, Student/in	Universität	Außerhalb Deutschlands	ja	nein	ja				ja	50€ - 75€
Männlich	22	Schüler/in, Student/in	Abitur	Bayern	ja	nein	ja		1	nein	ja	75€ - 100€
Weiblich	25	Angestellter/e	Hochschule	Bayern	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	23	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	27	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	46	Selbständig/ Freiberuflich	Hauptschulabschluss	BW	ja	nein	nein		1	nein	nein	
Weiblich	31	Beamter/e	Universität	BW	ja	ja	ja	1	ja	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	28	Angestellter/e	Universität	BW	ja	nein	nein		1	nein	nein	
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Hochschule	BW	nein	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Männlich	24	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW	nein	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	25	Arbeiter/in	Lehrabschluss	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	26	Hausfrau/Hausmann	Mittlere Reife	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	unter 50€
Weiblich	60	Allround-Manager	Mittlere Reife	BW	ja	ja	ja		1	ja	ja	75€ - 100€
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Hochschule	NRW	nein	ja	ja		1	ja	ja	unter 50€
Männlich	21	Schüler/in, Student/in	Abitur	Außerhalb Deutschlands	ja	ja	ja		1	nein	ja	50€ - 75€
Männlich	29	Angestellter/e	Hochschule	BW	nein	nein	nein		1	ja	nein	
Weiblich	22	Schüler/in, Student/in	Hochschule	BW	ja	ja	ja		1	ja	nein	unter 50€
Weiblich	24	Angestellter/e	Lehrabschluss	BW	nein	nein	nein		1	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	29	Beamter/e	Fachhochschulreife	BW	nein	ja	ja	1	ja	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	48	Angestellter/e	Mittlere Reife	BW	ja	ja	ja		1	nein	ja	unter 50€
Männlich	50	Beamter/e	Hochschule	BW	ja	ja	ja	1	ja	nein	nein	
Männlich	30	Selbständig/ Freiberuflich	Hochschule	Bayern	ja	nein	nein		1	nein	nein	
Weiblich	25	Angestellter/e	Fachhochschulreife	Bayern	nein	nein	nein	1	nein	nein	ja	unter 50€
Männlich	49	Angestellter/e	Lehrabschluss	BW	ja	nein	nein		1	ja	nein	
Weiblich	29	Beamter/e	Universität	BW	ja	ja	ja	1	nein	nein	ja	50€ - 75€
Männlich	28	Beamter/e	Universität	BW	nein	ja	ja	1	nein	nein	ja	50€ - 75€
Weiblich	30	Hausfrau/Hausmann	Mittlere Reife	BW	ja	ja	ja		1	ja	ja	unter 50€
Männlich	34	Selbständig/ Freiberuflich	Abitur	BW	nein	nein	nein		1	nein	nein	
Männlich	25	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	Hamburg	ja	nein	ja		1	nein	nein	
Weiblich	24	Angestellter/e	Hochschule	Bayern	ja	ja	ja		1	ja	ja	50€ - 75€

Männlich	31	Angestellter/e	Universität	BW		nein		1			nein		nein		50€ - 75€
Weiblich	22	Angestellter/e	Fachhochschulreife	BW		ja			1		ja	nein	ja		75€ - 100€
Männlich	32	Angestellter/e	Mittlere Reife	BW		ja					ja	ja	ja		
Männlich	24	Angestellter/e	Fachhochschulreife	BW		ja	nein		1		ja	ja	nein		
Männlich	23	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		nein		1	1		ja	ja	ja		50€ - 75€
Männlich	33	Beamter/e	Hochschule	BW		nein					1	nein			50€ - 75€
Männlich	23	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	BW		ja	nein		1		nein		ja		unter 50€
Weiblich	20	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	ja	1			ja	ja	nein		
Männlich	24	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		nein					1	nein	ja		unter 50€
Männlich	23	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		nein					1	nein			
Männlich	28	Selbständig/ Freiberuflich	Meisterprüfung	Bayern		ja	nein		1		ja	nein	ja		50€ - 75€
Weiblich	27	Hausfrau/Hausmann	Mittlere Reife	BW		ja	ja		1		nein		ja		50€ - 75€
Weiblich	22	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	BW		nein		1			ja	ja	nein		
Weiblich	25	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	nein		1		ja	ja	nein		
Weiblich	22	Schüler/in, Student/in	Abitur	Bayern		ja	nein		1		nein		nein		
Weiblich	22	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	ja		1		nein		ja		unter 50€
Weiblich	26	Schüler/in, Student/in	Hochschule	BW		ja	nein		1		nein		ja		50€ - 75€
Weiblich	26	Angestellter/e	Meisterprüfung	BW		ja	nein		1		nein		ja		50€ - 75€
Männlich	23	Angestellter/e	Mittlere Reife	Niedersachsen		ja	nein				1	ja	nein		
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	ja		1		nein		ja		50€ - 75€
Männlich	18	Schüler/in, Student/in	Mittlere Reife	BW		nein		1	1		nein		nein		
Männlich	28	Angestellter/e	Universität	Bayern		nein		1	1		ja	nein	ja		unter 50€
Männlich	39	Selbständig/ Freiberuflich	Mittlere Reife	BW		ja	nein		1		nein		nein		
Weiblich	24	Angestellter/e	Lehrabschluss	BW		ja	ja				1	ja	nein		50€ - 75€
Weiblich	21	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	nein		1		ja	ja	nein		
Männlich	33	Angestellter/e	Meisterprüfung	Außerhalb Deutschlands		nein			1		ja	ja	ja		50€ - 75€
Männlich	25	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		nein					1	ja	ja		unter 50€
Männlich	21	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		nein					1	nein	ja		50€ - 75€
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	Außerhalb Deutschlands		ja	nein		1		ja	ja	nein		
Weiblich	24	Schüler/in, Student/in	Fachhochschulreife	BW		ja	ja				1	ja	nein		
Weiblich	23	Angestellter/e	Abitur	BW		ja	ja		1		ja	nein	ja		75€ - 100€
Weiblich	26	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	nein				1	nein	ja		unter 50€
Männlich	23	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	nein				1	ja	nein		50€ - 75€
Männlich	19	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	ja				1	nein	ja		50€ - 75€
Weiblich	23	Schüler/in, Student/in	Abitur	BW		ja	ja		1		ja	nein	ja		75€ - 100€